Chem.
347/15

Digitized by Google

ÜBER DEN OZONGEHALT

DER

ATMOSPHÄRISCHEN LUFT.

VON

P. AUGUSTIN RESLHUBER,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1854 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften [Bd. XIV, S. 336] besonders abgedruckt.)

Digitized by Google



Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei zu Wien. 1854.

Digitized by Google

Über den Ozongehalt der atmosphärischen Luft.

Von dem c. M. **P. Augustin Reslhuber**,

Director der Sternwarte in Kremsmünster.

Auf Veranlassung des Herrn Professors Dr. Schönbein, welcher unser Observatorium im August des Jahres 1853 mit einem Besuche beehrte, begann ich am 16. September desselben Jahres die Beobachtungen über den Ozongehalt der atmosphärischen Luft.

Die Beobachtungen wurden gemacht mittelst des Schönbein'schen Ozonometers, welches in einem Papierstreifen besteht, der mit Jod-Kalium und Stärkmehl präparirt ist. Ozon verbindet sich leicht mit Kalium, wodurch Jod frei wird, auf welches das Stärkmehl reagirt, sobald der Streifen in Wasser getaucht wird. Nachdem diese Streifen durch zwölf Stunden der Einwirkung der Luft ausgesetzt waren, werden sie in destillirtes Wasser getaucht, und nach der Intensität der Färbung des Streifens der Grad der Einwirkung des Ozon's der Luft auf das Ozonometer, und also die Menge des Ozon's, mittelst einer Farben-Scala, die eilf Numern enthält von 0—10, beurtheilt.

Grad 0 = Papierstreifen ganz weiss, unverändert;
„ 10 = tief violettblau.

Das Ozonometer wurde zu diesem Zwecke ausserhalb eines Fensters der Sternwarte auf der Nordseite, wo die Beobachtungs-Thermometer sich befinden, der Einwirkung der Luft ausgesetzt, vor Regen und dem directen Sonnenlichte gut geschützt. In der Nähe befinden sich durchaus keine bisher als Ozon zerstörende bekannten Gegenstände. Die Beobachtungen zerfallen in Tag- und Nacht-Beobachtungen:

Tag von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends;
Nacht „ 6 „ Abends „ 6 „ Morgens.

Die nachstehende Tabelle enthält die monatlichen Beobachtungs-Resultate in Graden der Schönbein'schen Scala:

Digitized by Google

		Tag.	Nacht.	Mittel.	Differenz. (N. — T.)
1853.	September .	2·03	4·67	3·35	2·64
	October . .	3·24	4·13	3·69	0·89
	November . .	4·15	5·57	4·86	1·42
	December . .	6·13	7·18	6·66	1·05
1854.	Jänner . . .	7·85	8·55	8·20	0·70
	Februar . .	7·21	8·25	7·73	1·04
	März . . .	5·84	7·54	6·69	1·70
	April . . .	2·57	4·54	3·56	1·97
	Mai	1·91	5·12	3·52	3·21
	Juni	5·14	6·82	5·98	1·68
	Juli	3·60	4·58	4·09	0·98
	August . . .	3·21	4·48	3·85	1·27
	September .	3·22	4·10	3·66	0·88
	October . .	5·34	5·44	5·39	0·10

Jahresmittel vom October 1853 bis September 1854.

	Tag.	Nacht.	Mittel.	Differenz.
M =	4·51	5·91	5·21	1·40

Da die Beobachtungen erst mit 16. September begannen, so wurde dieser Monat im Jahresmittel nicht berücksichtigt.

Betrachtet man die Änderung des Mittels aus den Tag- und Nacht-Beobachtungen, so zeigen sich

zwei Maxima des Ozongehaltes (im Januar und Junius),
zwei Minima „ „ (im October und Mai).

Der Ozongehalt ist in den kalten Monaten am grössten, in den wärmeren geringer; am Tage kleiner als in der Nacht.

Die Differenz des Gehaltes an Ozon zwischen Tag und Nacht zeigt in dieser Reihe von Beobachtungen keinen gesetzmässigen Gang, ist mit Ausserachtlassung des Septembers vom Jahre 1853 (aus dem oben angeführten Grunde) am grössten in den Monaten März bis Junius. Bei oberflächlicher Betrachtung dieser Beobachtungsdaten lässt sich sonst weiter nicht viel heraus demonstriren.

Da die Entdeckung des Ozon's der neuesten Zeit angehört, und unsere Kenntnisse über dasselbe, besonders über den Gehalt der Luft an Ozon, über die Variationen dieses Gehaltes bei verschiedener Beschaffenheit der Luft und den mannigfaltigen meteorischen Vor-

Digitized by Google

gängen, über die Ursachen der Änderungen etc. noch so sparsam sind, so stellte ich mir die Aufgabe, aus den Beobachtungen auszumitteln, welche Vorgänge in unserer Atmosphäre sich als einflussreich auf den Gehalt der Luft an Ozon und auf die Änderungen desselben erweisen. Es ist wohl nicht nöthig zu erwähnen, dass das Ozonometer nur Aufschluss über die Verhältnisse der nächsten Umgebung verschaffe.

Ich untersuchte demnach

1. Welch' ein Unterschied im Ozongehalte der Luft bei hohem und niedrigem Luftdrucke sei.

Da der mittlere jährliche Luftdruck unseres Ortes aus vieljährigen Bestimmungen = 323·0 Pariser Linien ist, so stellte ich alle Ozonometer-Beobachtungen zusammen, bei welchen der Luftdruck von dem mittleren um ± 2‴5 oder um mehr verschieden war, und fand

	Ozongehalt Tag	Nacht	Mittel	Zahl der Beobachtungen
bei hohem Luftdrucke	4·72	5·86	5·29	(104)
bei niederem Luftdrucke	4·88	6·18	5·53	(38)
bei einem Luftdrucke = 328‴37 .	4·99	5·53	5·26	(27)
„ „ „ = 315·85 .	6·50	8·36	7·43	(7)

NB. Die mit Klammern eingeschlossenen Zahlen bezeichnen im Nachfolgenden stets die Summe der Beobachtungen.

Es ist demnach die Luft bei niederem Luftdrucke reicher an Ozon als bei hohem.

2. Bei hoher und niederer Temperatur der Luft.

Als eine hohe Temperatur wurde genommen:

im April und Mai . . . T. höher als 16°0 R.
im Junius bis September T. höher als 20°0 R.

Als tiefe Temperatur unter — 6°0 R.

	Tag.	Nacht.	Mittel.	
Bei hoher Temperatur O. Gehalt	2·35	4·77	3·56	(39)
bei niederer Temperatur O. Gehalt	6·63	7·77	7·20	(30)

Ozongehalt der Luft bei tiefen Temperaturen grösser als bei hohen.

3. An den Tagen mit grosser Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft.

Digitized by Google

Als sehr feuchte Tage wurden genommen, an welchen der relative Dunstgehalt der Luft

in den kälteren Monaten über 95 % des Dunstgehaltes im Maximo,
„ „ wärmeren „ „ 85 % „ „ „ „

als trockene, an welchen der relative Dunstgehalt der Luft unter 46 Procente des Dunstgehaltes im Maximo betrug.

Die Beobachtungen geben

	Ozongehalt Tag	Nacht	Mittel	
an den feuchten Tagen der kälteren Monate (November bis März) .	8·28	9·58	8·93	(25)
an den feuchten Tagen der wärmeren Monate (April bis October)	6·07	6·41	6·24	(47)
beide nach ihrem Gewichte im Mittel vereiniget	6·83	7·51	7·17	(72)
an den trockenen Tagen (April bis September)	1·72	3·96	2·84	(41)

Ozongehalt der Luft an feuchten Tagen grösser als in den trockenen, besonders in den kälteren Monaten.

4. An heiteren und trüben Tagen ohne Niederschlägen.

	Tag.	Nacht.	Mittel.
An den heiteren Tagen (vom October bis März)	4·99 (47)	6·10 (29)	5·55
an den heiteren Tagen (vom April bis September)	1·64 (55)	3·35 (62)	2·50
nach ihrem Gewichte im Mittel vereiniget	3·18(102)	4·23 (91)	3·71
an trüben Tagen ohne Niederschlägen	4·61 (70)	5·76 (70)	5·19

Ozongehalt der Luft an trüben Tagen (ohne Niederschlägen) grösser als an den heiteren; an den heiteren Tagen der kälteren Monate grösser als in denen der wärmeren.

5. Ozongehalt der Luft bei den verschiedenen Wolken-Arten.

	Tag.		Nacht.		Mittel.
Bei Cirrocumulus .	1·42	(9)	3·21	(7)	2·32
„ Cirrus	2·75	(19)	4·00	(20)	3·38
„ Cumulus . . .	3·45	(160)	5·05	(155)	4·25
„ Cumulostratus .	4·73	(70)	6·80	(71)	5·77
„ Cirrostratus . .	6·13	(68)	7·28	(71)	6·71
„ Nebel	5·77	(35)	5·91	(39)	5·84

Digitized by Google

Ozongehalt grösser bei den Wolken-Arten, bei welchen die Luft feuchter ist, und gewöhnlich Niederschläge erfolgen, bei Cumulostratus und Cirrostratus, als bei den Wolken-Arten, bei welchen Niederschläge nicht oder sehr selten erfolgen.

6. Ozongehalt der Luft bei den verschiedenen Winden.

		Tag.		Nacht.		Mittel.	Mittel.
Bei	N.	6·50	(2)	—		—	
„	NO.	3·80	(20)	5·50	(1)	4·65	4·78
„	O.	3·68	(95)	5·86	(47)	4·77	
„	SO.	5·50	(1)	6·75	(2)	6·13	
„	S.	2·25	(4)	2·00	(1)	2·13	
„	SW.	5·70	(22)	6·14	(30)	5·92	6·02
„	W.	5·27	(81)	6·85	(62)	6·06	
„	NW.	5·11	(43)	6·91	(22)	6·01	

Die Nord- und Südwinde sind bei uns sehr selten, daher berechtigen die wenigen Beobachtungen zu keinem sicheren Schluss. Ich verband die Beobachtungen bei östlichen und westlichen Winden im Mittel, und da ergibt sich das Resultat, dass der Ozongehalt der Luft bei den westlichen Winden grösser sei als bei den östlichen.

	Tag.		Nacht.		Mittel.
Bei den Ostwinden (vom October bis März)	5·45	(49)	6·65	(39)	6·05
„ „ „ (vom April bis September)	1·79	(46)	2 00	(8)	1·90
„ „ Südwestwinden (vom October bis März)	7·70	(10)	9·15	(12)	8·43
„ „ „ (vom April bis September)	4·04	(12)	4·14	(18)	4·09

Ozongehalt bei Ostwinden und Südwestwinden in den kälteren Monaten grösser als in den wärmeren.

7. Ozongehalt bei atmosphärischen Niederschlägen.

	Tag.	Nacht.	Mittel.
Bei Reif Ozongehalt	—	4·63 (16)	4·63
„ Regen (Winter- u. Sommer-Regen)	6·32 (56)	7·40 (69)	6·86
„ Schneeregen	7·50 (4)	8·71 (7)	8·11
„ Schnee	8·14 (18)	9·72 (25)	8·93
„ Eiskrystallbildung	10·00 (1)	11—12 (2)	10·75

(Das Ozonometer war tief schwarzblau gefärbt.)

Diese Resultate sprechen so klar, dass sie keines Commentares bedürfen.

Digitized by Google

8. Ozongehalt der Luft bei Donnerwettern.

Tag.	Nacht.	Mittel.
2·91 (11)	6·72 (9)	4·82

Am Tage gewöhnlich warme Luft, dem Gewitter folgt eine Abkühlung der Temperatur.

9. Ozongehalt der Luft bei Höhenrauch.

Tag 2·5 (3).

Luft warm, Himmel mit Cirrus leicht umzogen.

Diese Beobachtungen führen zu dem Schluss, dass, je enger die Dunsttheilchen der Luft an einander gebracht werden, der Ozongehalt um so mehr zunehme; oder dass der Ozongehalt der Luft mit den Aggregationsformen des atmosphärischen Wassers im innigsten Zusammenhange stehe,

am kleinsten ist im elastischen Zustande des Wassers,
grösser beim Übergang in den tropfbar-flüssigen,
am grössten beim Übergang in den festen Zustand.

Folgende Zusammenstellung der erlangten Beobachtungs-Resultate gibt hierüber die klarste Einsicht:

	Tag.	Nacht.	Mittel.
Ozongehalt der Luft bei heiterem Himmel .	3·18	4·23	3·71
„ „ „ „ trübem Himmel (ohne Niederschlag)	4·61	5·76	5·19
„ „ „ „ Nebel	5·77	5·91	5·84
„ „ „ „ Regen	6·32	7·40	6·86
„ „ „ „ Schneeregen . . .	7·50	8·71	8·11
„ „ „ „ Schnee	8·14	9·72	8·93
„ „ „ „ Eiskrystallbildung	10·00	11—12	11·00

Man hat daher bei Beurtheilung der Beobachtungen über den Ozongehalt der Luft und der Änderungen desselben auf die Zustände des Himmels, die Beschaffenheit der Atmosphäre, Winde, Temperatur, und ganz besonders auf die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft und die Niederschläge zu achten.

Beurtheilt man von diesem Gesichtspunkte aus die Beobachtungs-Resultate über den Ozongehalt der atmosphärischen Luft, so wird klar:

Digitized by Google

warum bei östlichen Winden der Ozongehalt kleiner ist als bei westlichen; östliche Winde bringen trockene, die westlichen feuchte Luft mit häufigen Niederschlägen;

warum bei östlichen Winden im Winter der Ozongehalt grösser ist als im Sommer; im ersten ist die Temperatur kälter, die Dünste concentrirter als im Sommer. Bei den westlichen Winden im Winter grösser als im Sommer, weil bei der niedrigen Temperatur häufig Niederschläge als Schnee erfolgen;

warum bei hohem Barometerstande der Ozongehalt kleiner ist, als bei tiefem, weil im ersteren Falle östliche Luftströmungen, im zweiten südliche und westliche vorherrschen, denen oftmals Niederschläge folgen;

warum bei hoher Temperatur kleiner als bei tiefer, weil im ersten Falle die Dunsttheilchen weiter aus einander treten, im zweiten in einen engeren Raum zusammengedrängt werden:

warum an feuchten Tagen grösser als an trockenen, an trüben Tagen grösser als an heiteren;

warum bei Regenwolken grösser (Cumulostratus Cirrostratus) als bei Wolken, bei welchen keine Niederschläge stattfinden (Cirrus, Cirrocumulus, Cumulus).

So erklärt sich die Zunahme des Ozongehaltes bei den verschiedenen Arten der Niederschläge; warum der Ozongehalt am Tage kleiner ist bei gleichen Luftverhältnissen als in der Nacht, warum im Winter grösser als im Sommer; warum an Tagen und in Monaten, an welchen stärkere Temperaturschwankungen stattfinden, der Unterschied des Ozongehaltes bei Tag und Nacht grösser ist als gewöhnlich, wie im März, April, Mai, Juni etc.; warum an den Tagen mit Nebel der Unterschied im Ozongehalte zwischen Tag und Nacht so unbedeutend ist, weil die Verhältnisse der Atmosphäre sich fast gleich bleiben.

Berücksichtiget man diese Erfahrungen, so klärt sich auch die Ansicht des zu Anfang gegebenen Schema's mit den monatlichen Beobachtungs-Resultaten auf.

Ich stelle sie hier zur besseren Übersicht in Verbindung mit jenen meteorologischen Beobachtungsdaten, welche auf die Änderung des Ozongehaltes am meisten einwirken.

Digitized by Google

Monat	Ozongehalt				Mittl. Luftdruck Par. Linien	Mittl. Temp. R. Grade	Luft-Feuchtigkeit Proc.	Höhe der Niederschläge Par. Zolle	Vorherrschende		Tage heiter und fast heiter	ganz trüb	mit Nebel	Regen	Schnee
	Tag	Nacht	M.	Diff. N—T.					Winde	Wolken					
1853. September	2·03	4·67	3·35	2·64	322‴76	11°39	75·09	1″738	östl. u. westl.	Cum.	7	10	2	9	—
October	3·24	4·13	3·69	0·89	322·28	6·76	86·45	1·554	westliche	Cum. Nebel	—	15	17	9	—
November	4·15	5·57	4·86	1·42	324·16	1·27	93·20	2·021	östliche	Nebel	—	26	8	1	4
December	6·13	7·18	6·66	1·05	321·95	— 4·33	89·80	0·850	östliche	Cir. str.	7	17	7	—	6
1854. Jänner	7·85	8·55	8·20	0·70	322·77	— 2·34	93·08	1·244	westliche	Cir. str. Nebel	11	16	9	7	2
Februar	7·21	8·25	7·73	1·04	323·57	— 1·63	89·40	3·236	westliche	Cum. str. und Cir. str.	3	17	—	2	11
März	5·84	7·54	6·69	1·70	325·86	1·78	82·14	1·602	westliche	Cum. und Cum. str.	10	13	1	6	5
April	2·57	4·54	3·56	1·97	323·61	6·61	61·13	2·542	östl. u. westl.	Cum	17	9	1	5	3
Mai	1·91	5·12	3·52	3·21	321·44	11·22	66·91	1·562	östliche	Cum.	15	8	1	10	—
Juni	5·14	6·82	5·98	1·68	322·07	12·26	77·12	5·946	westliche	Cum str. und Cum.	4	12	—	18	—
Juli	3·60	4·58	4·09	0·98	322·77	15·12	66·33	4·591	östliche	Cum.	16	5	—	15	—
August	3·21	4·48	3·85	1·27	323·62	13·90	74·31	4.979	westliche	Cum. und Cum. str.	8	13	—	15	—
September	3·22	4·10	3·66	0·88	325·07	10·82	68·40	1·375	westliche	Cum.	21	2	—	4	—
October	5·34	5·44	5·39	0·10	323·13	6·98	74·10	1·192	östl. u. westl.	Cum. und Cum. str.	14	8	2	8	—

Digitized by Google

Nach dem Minimum des Ozongehaltes im September 1853, welcher warm, ziemlich trocken und heiter, bei abwechselnd östlichen und westlichen Winden und vorherrschender Wolken-Art Cumulus, und einer geringen Menge von Niederschlägen, steigt der Ozongehalt regelmässig zum Maximum im Jänner 1854, welcher kalt, sehr feucht war, mit vorherrschend westlichen und südwestlichen Winden; Wolken-Art Cirrostratus, öfterer Nebel und Regen.

Im Februar und März nimmt der Ozongehalt ab, regelmässig, ganz in Übereinstimmung mit den meteorischen Vorgängen.

Im April und Mai tritt ein Minimum ein; der Grund ist die grosse Heiterkeit des Himmels, grosse Trockenheit der Luft bei vorherrschenden Winden aus Ost und der obwaltenden Wolken-Art Cumulus; geringe Menge der Niederschläge.

Im Juni ist der Ozongehalt wieder grösser (zweites Maximum), und ohne Zweifel für diesen Monat ziemlich normal; Himmel wenig heiter, Luft ziemlich feucht, mittlere Temperatur, westliche Winde, Wolken-Art Cumulus und Cumulostratus mit mehreren Donnerwettern und häufigem Regen.

Von da an nimmt der Ozongehalt regelmässig ab zum Minimum im September, welcher ziemlich warm, sehr heiter und trocken war; herrschende Winde aber selten und schwach aus West, Wolken-Art Cumulus, mit sparsamem und wenig ausgiebigem Regen.

Im October nimmt der Ozongehalt wieder zu, in voller Übereinstimmung mit den meteorischen Vorgängen.

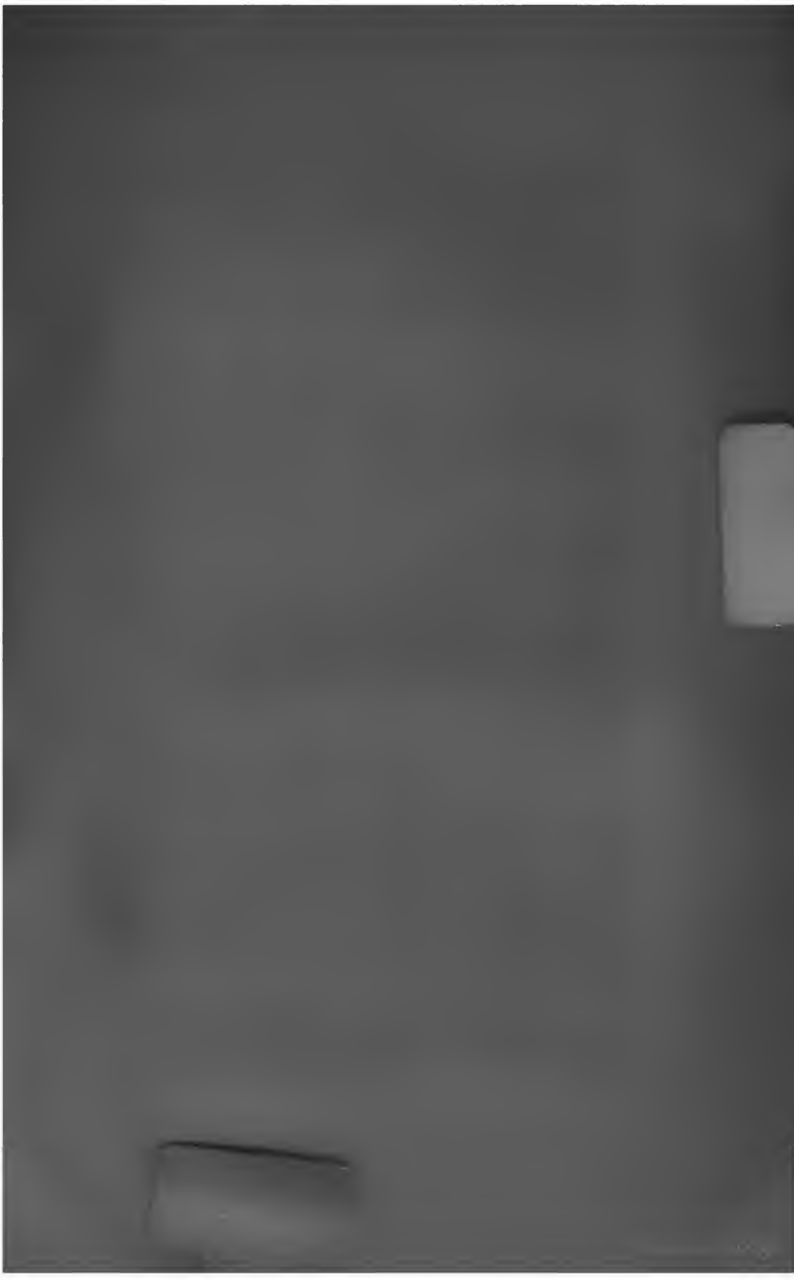
Von den zwei Maximis ist das im Jänner das grössere; tiefere Temperatur und ein höherer Grad der Luftfeuchtigkeit tragen hier zur Steigerung des Ozongehaltes besonders bei. Die beiden Minima (April, Mai und September) sind fast gleich, da auch alle Verhältnisse der Atmosphäre in diesen Monaten die grösste Übereinstimmung hatten.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google